

תאריך בחינה: יום שישי 8.2.2013
שם המרצה: רון פולמן
שם הקורס: פיסיקה 3
מספר הקורס: 203.1.2121
שנה: 2012-2013, סמסטר א', מועד א'
משך הבחינה: 4 שעות (ללא הארכה)
חומר עזר: אין להשתמש במחשבון או בכל
חומר עזר אחר

יש לענות על ארבע מתוך חמש השאלות

1. מערכות עם תנאי שפה והתחלה (25 נק')

אדם בנה כלי נגינה מוזר בעל מיתר שקשור בקצה אחד ובקצה השני הוא מחובר לטבעת (מסה אפס) שנעה ללא חיכוך על מוט שניצב בכיוון מאונך למיתר (כשהוא במנוחה). נתון שהמיתר במתיחות 10 ניוטון, שאורכו 50 ס"מ, שרדיוסו מ"מ אחד, ושמסתו ק"ג אחד למטר מעוקב.
א. (10 נק') מהם אורכי הגל העצמיים של כלי הנגינה?
ב. (10 נק') מהן התדירויות העצמיות של כלי הנגינה?
ג. (5 נק') ללא קשר לסעיפים הקודמים. לוקחים עתה מיתר ללא טבעת וקושרים אותו בשני קצוותיו כמו בגיטרה. בזמן $t=0$ נותנים למיתר צורה התחלתית (במרחב) של גאוסיאן עם רוחב של סיגמא ועוזבים. באילו עוצמות יישמעו אילו אורכי גל בזמן $t=0$ (כפונקציה של סיגמא). אין צורך לפתור אלא רק לכתוב את הביטוי לעוצמה כפונקציה של אורך הגל.

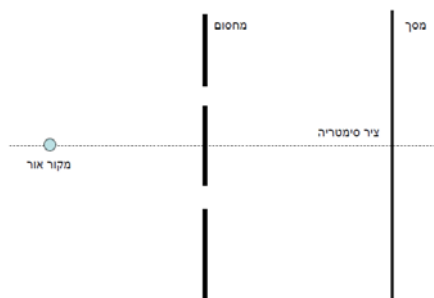
2. יחס נפיצה ומשוואת הגל (25 נק')

מתקרה ישרה ומאוזנת תלויה כל מרחק קבוע מסה בקצה חוט באורך L (קרי, כל מסה על חוט ניפרד במרחק L מהתקרה). אינסוף המסות מחוברות ביניהן בקפיצים. נתונה המסה של כל משקולת (m), המרחק בין המשקולות (a), וקבוע הקפיצים (K).
א. (5 נק') אם הזווית ביחס לאנך קטנות, הראה שמשוואת התנועה עבור גלים אורכיים היא:
$$d^2 y(n) / dt^2 = -g/L y(n) + K/m [y(n+1)-2y(n)+y(n-1)]$$

ב. (10 נק') הראה שיחס הנפיצה עבור גלים אורכיים הוא
$$\omega^2 = g/L + 4K/m \sin^2(ka/2)$$

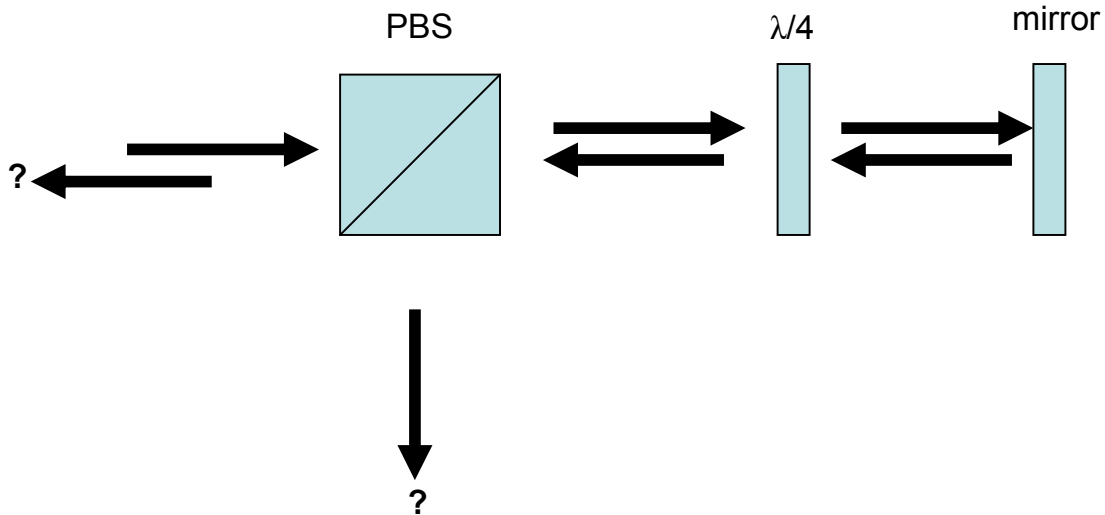
כאשר $k=2\pi/\lambda$, λ הוא אורך הגל.
ג. (10 נק') הראה שמיחס הנפיצה מקבלים את משוואת הגלים של קליין-גורדון
$$d^2 y / dt^2 - (Ka^2/m) d^2 y / dz^2 = - (g/L) y$$

3. התאבכות שני סדקים (25 נק')



- א. (10 נק') מול אחד הסדקים שמו פיסת זכוכית ($n=1.5$). מה צריך להיות עובי הזכוכית כדי שעל המסך יהיה חושך על ציר הסימטריה של הניסוי?
 ב. (5 נק') בניסוי הנ"ל, מה נראה על המסך עם נאיר על הסדקים עם אור לבן?
 ג. (10 נק') חשב מתמטית מהי תבנית ההתאבכות של שני סדקים (ללא פיסת זכוכית) כאשר המרחק בין מרכזיהם הוא d וכאשר רוחב כל סדר הוא D . קשר את הפתרון שקיבלת לציור.

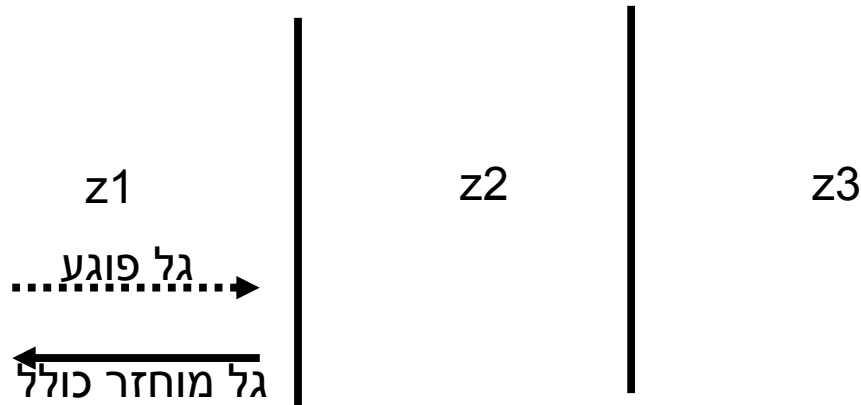
4. גלים אלקטרו מגנטיים, פולריזציה של אור (25 נק')



מפצל גל מקוטב (מראה שמעבירה או מחזירה לפי הקיטוב) (PBS) מעבירה את כל הגל שפגע בה משמאל, כי היה לו קיטוב אנכי (מאונך לדף). מראה זו מעבירה כל קיטוב אנכי ומחזירה (בתשעים מעלות) כל קיטוב אופקי (במישור הדף) ללא קשר מאיזה כיוון פגע בה הגל. לאחר שעבר את מפצל הגל, עובר הגל דרך פלטת רבע אורך גל (בזווית 45 מעלות לציריה האופטיים) ולאחר מכן מוחזר ממראה רגילה (mirror). הוכח מתמטית (!) והסבר לאן יופנה הגל לאחר שיעבור שוב דרך מפצל הגל.

5. החזרות (25 נק').

- א. (10 נק') מקדם ההחזרה מגבול הוא $R=(z_1-z_2)/(z_1+z_2)$. נתונה שכבת ביניים שהעכבה שלה היא z_2 בין שני תווכים בעלי עכבות z_1, z_3 . בשני הגבולות ההחזרות מאוד קטנות. מצא את הקשר בין z_1, z_2, z_3 כך שהגל המוחזר הכולל יהיה סכום פשוט (סופרפוזיציה) של שני גלים (כל אחד מוחזר מגבול אחר) עם אותה אמפליטודה. איזה עוד תנאי נדרש כדי להבטיח ששום אור לא יוחזר?



- ב. (10 נק') נתונים בידיך שני חומרים דיאלקטריים עם מקדמי שבירה n_1 ו- n_2 . ברצונך לבנות מראה מושלמת עבור תדר מסוים f . ביכולתך לשים מספר שכבות אחת על השנייה (של שני החומרים הנ"ל), באיזה עובי ובאיזה סדר שאתה רוצה. משמעותה של מראה מושלמת היא שהשכבות אמורות למנוע מהאור להגיע לצד השני (האור פוגע ב-90 מעלות למישור השכבות). כיצד תסדר את השכבות? חשב את העובי הרצוי של השכבות כפונקציה של התדר?
- ג. (5 נק') אותה שאלה בדיוק, רק הפעם האור פוגע בזווית 45 מעלות (האור לא מקוטב ולכן אפקט ברוסטר לא עוזר). כמו כן נתון שהזווית הקריטית להחזרה מלאה לפי חוק סנל גדולה מ-45 מעלות.

בהצלחה